

이동 영상에 의한 충돌 방지 시스템의 개발

A Development of a Collision Prevention System by a Moving Image

박 영 식*

Young-Sik Park

요 약

본 논문에서는, 움직이는 영상을 충돌방지 시스템에 의해 검출한다. 이런 영상의 노이즈는 평균 필터로 제거시킨다. 그리고, 이진 차 영상을 이용하여 움직임이 감지되었을 경우에는 라벨링과 투영방법에 의해 움직임 영역만 정확히 추출하였다. 그 후에 시스템의 추적모드에 의해서 이미지가 천천히 움직일 경우 추적창의 중심은 이전 프레임의 추적 창으로부터 이동한다. 그리고, 추적 창은 추적모드와 탐지모드로 나누고, 차 영상 데이터의 대차 상관 값에 의해 결정하였다. 탐지모드는 외란에 의한 에러를 감소하기 위해서 탐지-시간 값의 비교로 추적단계를 계속 진행할 것인지 아닌지를 결정하였다. 이와 같은 움직이는 영상의 탐지와 추적을 시뮬레이션으로 확인하였다.

ABSTRACT

In this Paper, the moving image is detected by a collision preventive system. The noise of these images is reduced by a mean filter. In case of detecting a movement with a binary difference image the moving area is detected exactly by the labeling and the projective method. When the image move slowly with the tracking mode of the system, the center of the tracking window move to the previous tracking window. And the tracking windows are divided into a tracking mode and a coasting mode which are determine by the Contrast-Difference Correlation of the date obtained from a difference image. The coasting mode determine whether continue the tracking step or not comparing the coasting-time values to reducing the error by the disturbance. The coasting and tracking of these moving images are verified by the result of the simulation.

Key words : Image Processing, Collision Detection, Tracking

I. 서 론

현재 부분적으로 컴퓨터 비전 기술과 영상 처리 기술의 발전으로 실시간 영상 안에서 이동 물체의 인식과 위치 추적에 관한 관심이 증가하고 있으며, 그에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1][2].

실제 산업현장에서는 크레임 장치에 부착되어 초음파를 사용하는 장치에는 반사파인 소리를 크게 하기 위하여

측정 거리를 넓히는데 이것은 실제 사용하는 현장에서는 사용자들의 취급 시에 문제점이 있다. 그리고, 도로 주행이나 항공 감시용에 사용되는 레이저 감시 장치는 정밀성이 요구되어 이를 구성하는 하드웨어 장비 값이 비싸서 간편성을 요구하는 중소기업형에는 맞지 않다.

특히, 산업발달이 가속화되면서 무인시스템으로 대체되고 있는 실정이다. 그러나 이것은 대기업이나 고가장비를 구비할 수 있는 곳(공장자동화)에서는 가능하다.

그러면, 중소기업이나 개인일 경우는 경제성이 없거나, 불가능하다. 이에 간단하고 저렴한 동적인 카메라로서 영상을 정확히 검출하고, 검출된 대상을 추적할 수 있는 시뮬레이터나 요즘 영상데이터를 인터넷에서 올려서 이용하는 방법이 필요하다. 저가형 PC 카메라를 이용하여 위험 속에서 사람이 근무하는 불안정한 산업 현장

동의대학교 컴퓨터과학과

접수 일자 : 2003. 6. 12 수정 완료 : 2003. 10. 08

논문 번호 : 2003-3-1

*이 논문은 2001학년도 동의대학교 교내일반연구비 지원에 의하여 연구되었음

에서 위험이 되는 움직이는 객체를 찾고자 하였다. 그리고, 그 객체를 지속적으로 추적하여 사람이 접근하기 힘든 위험지역에서도 자동적으로 추적할 수 있는 편리성을 추구하는 시스템이다. 그리고, 이를 충돌 방지 장치라 하고 이에 맞는 시뮬레이션을 구현한다. 또한, 이 시스템은 저렴한 비용으로서 초음파나 레이저보다 손쉽게 이용자들이 활용할 수 있도록 하였다. 실제 움직이는 객체를 자동적으로 찾는 방법에서는 인식이나 실시간 처리 기법 등이 사용되어 지고 있으나 아직 미흡하다. 일반적으로 실시간 영상은 연속한 프레임간에 공간 및 시간적으로 중복된 성분들이 많이 있으므로 이동객체의 탐지는 이진 다중 프레임 감지에 의해 효과적으로 찾을 수 있고, 이동객체의 움직임 영역추출은 영역분할을 통하여 가능하다. 이렇게 얻어지는 이진 차영상은 Expansion filter와 라벨링을 통하여 이동객체의 움직임 영역 외의 잡음을 제거하고, 투영기법을 이용하여 배경에서 움직임 영역만을 분리할 수 있다. 추출된 움직임 영역은 그들의 공간적인 특징 값에 의해 추적되어 진다.

이동객체 추적이란 시간적으로 연속되는 영상에서 이동객체의 위치와 속도 및 방향을 특정 시간에 검출하는 것을 의미한다. 이러한 객체의 이동방향을 판단하는 움직임 추정 기법(Motion estimation method)은 추적 시스템에서 가장 중요하므로, 위험물 대상이 되는 객체가 인간이며 천천히 이동한다고 가정한다. 그래서, 대차 상관 값으로도 영상을 추적과 탐지할 수 있다. 저가형 PC 카메라를 이용하여 영상처리를 하는 경우 검출모드와 계속 추적하는 추적모드로 나누는 알고리즘에 의한 프로그램에 적용한다. 이에 대한 편리성과 효율성을 확인하도록 시뮬레이션을 하였다.

II. 대상 객체의 검출단계

일반적으로 움직이는 물체를 분석하기 위해서는 두 프레임간의 차분 영상을 통해 움직임 영역을 검출할 수 있다. 차분 영상을 이용하는 방법은 배경이 고정된 가정하에 빠른 처리 속도로 이동객체를 검출할 수 있지만 열악한 환경에서는 바람이나 미세한 조도변화로 인해 잡음이 발생하는 단점이 있다. 이러한 현상을 미리 제거하기 위해 전처리 과정으로 평균 필터를 이용하여 사전에 획득된 이진 차영상에 Expansion filter와 라벨링을 통하여 이동객체 영역 밖의 잡음을 제거하고, 대상의 움직임 영역을 정확히 얻을 수 있다. 그림 1은 충돌방지 시스템에서 이동 객체인 영상을 탐지하는 과정인 알고리즘의 전체 구성도를 보여준다.

인접한 프레임 영상간의 차영상은 배경이 고정되었다면 이동객체 밝기의 시변값에 대해서 적절한 임계값을 적용하여 움직임 여부를 판단한다. 이는 움직임영역과 배경영역으로 구분할 수 있다. 이 방법은 잡음에 민감하다는 단점을 가지고 있지만, 차영상 정보는 가장 기본적인

면서 가장 중요한 움직임 정보가 될 수 있다. 따라서, 차영상을 통하여 움직임 여부를 감지하고 외부환경의 영향으로 발생하는 차영상의 불완전한 특성들은 움직임영역으로 정확히 추출해낸다.

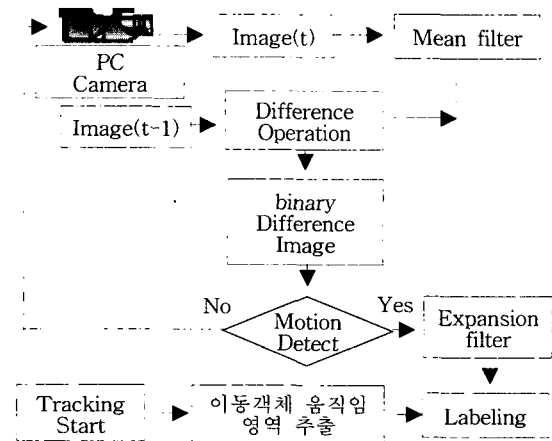


그림 1. 알고리즘의 전체 구성도
Fig 1. The entire diagram of algorithm

1. 객체(위험물 대상)의 움직임 탐지

연속된 영상 속에서 이동객체의 움직임을 탐지하는 이동객체를 추출하기 위하여 연속 프레임간의 차영상을 이용하는 방법이 사용되어 진다. 그러나, 다양한 영상 상황에서 차영상을 정확하게 구하는 문제는 쉽지 않다. 그래서, 정확한 임계값의 결정이 움직임 여부를 탐지하고 영상 속에서 물체와 배경을 분리할 수 있는 기준이 된다. 최소한의 에러 확률을 가지면서 잡음에도 강한 정확한 임계값은 반복되는 실험에 의해 얻을 수 있다. 입력된 영상 프레임은 평균 필터를 수행하는 전처리 과정을 통하여 영상 전반에 나타나는 잡음을 제거한다. 평균 필터에 의해 영상전반에 나타나는 잡음을 제거한 영상은 인접 프레임간의 차연산을 통하여 이동객체의 움직임이 존재하는 부분은 가장 큰 빛을 가진 영상을 얻을 수 있다. 식 (1)에서 구해진 차영상은 식 (2)와 같이 이진화 과정을 거치게 된다.

$$\delta I(x, y, t) = I(x, y, t) - I(x, y, t - \delta t) \quad (1)$$

$$dI(x, y) = |I(x, y, t) - I(x, y, t - \delta t)| - Th \quad (2)$$

$$= \begin{cases} 1 & \text{if } |I(x, y, t) - I(x, y, t - \delta t)| > Th \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

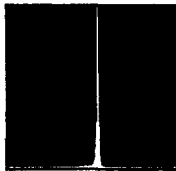
여기서 δt 는 영상취득 간격이고, $I(x, y, t)$ 와 $I(x, y, t - \delta t)$ 는 각각 시간 t 와 $t - \delta t$ 에서 취득한 영상의

밝기 함수이다. $dI(x, y)$ 은 이전 차영상이고, Th 은 임계값을 나타낸다. 따라서 임계값에 의해 이진화 과정이 이루어진다. 이전 차영상을 얻기 위한 적절한 임계값의 설정은 다음 단계에서 수행할 움직임 탐지 및 객체 영역 검출에서 중요한 요소로 작용하므로 적절한 임계값을 설정하여야 한다. 임계값을 결정하는 요인은 입력 영상의 상황에 따라서 최소한의 오차를 가질 수 있도록 연속 영상에 대해서도 지속적으로 결정되어야 하고, 환경의 변화에 따른 성능 저하를 방지할 수 있는 임계값 결정을 위해서 배경에서 발생하는 차영상의 분포는 Rosin에 의한 평균이 0인 정규 분포를 가지는 식 (3)과 같다[3].

$$p(|\delta I(x, y)|) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left\{-\frac{\delta I(x, y)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (3)$$

그림 2에서 인접 프레임간의 차영상의 분포를 히스토그램화한 결과이다. 이러한 차영상 값의 분포를 $N(0, \sigma^2)$ 로 나타내면 상위 $\alpha\%$ 의 밝기가 존재하는 영역을 이동영역으로 간주하여 임계값 Th_α 를 구한다.

$$\alpha = p(|\delta I(x, y)| > Th_\alpha) \quad (4)$$



Mean : 134.8258
S.D : 13.5800

그림 2. 차영상의 분포도
Fig 2. Diagram of difference image

그림 3은 현재 프레임 영상과 이전 프레임 영상을 보여주고 그림 4는 이 두 프레임간의 차영상과 획득된 차영상에 식 (4)를 이용한 임계값을 적용하여 획득한 이진 차영상으로 이동 객체의 움직임으로 인한 이동 에너지 분포 외에도 주변에 미세한 이동성분이 존재하고 있음을 알 수 있다.

이진 차영상의 결과로부터 이동 영상의 움직임을 탐지하기 위해서 식 (5)과 같이 이진 차영상에 존재하는 이동성분의 합을 비교함으로써 움직임 여부를 판단할 수 있다.

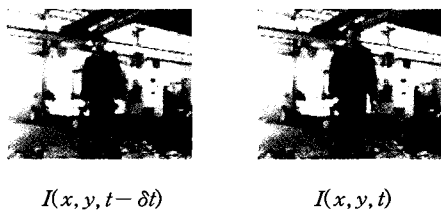


그림 3. 현재 프레임 영상과 이전 프레임 영상
Fig 3. Current and previous frame image



그림 4. 차영상과 이진 차영상
Fig 4. Difference image and binary Difference image

$$Th_{\min} < \sum_{y=0}^{VRT} \sum_{x=0}^{HRT} dI(x, y) < Th_{\max} \quad (5)$$

식 (5)에서 임계값 Th_{\min} 과 Th_{\max} 은 배경영역에 존재하는 잡음이나 이동객체 추출에서 제외시켜도 될 만큼의 영향이나 현격한 조도변화로 인한 영역 전체에 걸쳐 나타날 수 있는 이동성분의 영향을 배제하기 위해 설정한 값으로 이진 차영상의 이동성분의 합이 Th_{\min} 보다 크거나 Th_{\max} 보다 작을 경우 두 프레임간에 이동객체가 존재한다고 판단하고 움직임을 추출한다. 만약, 이진 차영상의 이동성분의 합이 식 (5)의 범위를 벗어나면 움직임이 없는 것으로 판단하고 새로운 프레임 영상을 입력받아 현재 프레임 영상과의 이진 차영상 추출과정을 다시 수행함으로써 이동 객체의 움직임 탐지와 움직임 영역을 추출할 수 있다.

2. 객체의 움직임 영역 검출

임계값을 이용하여 이동객체의 움직임이 탐지되면 이진 차영상으로 이동 영상의 움직임 영역만 분리시켜 객체의 특징을 추출하고, 시스템은 다음단계인 추적단계로 들어가게 된다. 배경과 객체를 분리시키는 데는 투영기법을 이용한 영역 분할화 방법이 이용된다. 배경부분에 비교적 큰 영역을 차지하고 있는 잡음이 생겼을 경우에는 이동 영상의 영역을 분리시킬 때 잡음영역이 포함되는 오류가 생긴다. 따라서 영상에서 Expansion filter와 라벨링을 통하여 큰 잡음영역을 제거하고 투영기법을 이용하여 객체의 움직임 영역만 추출한다. 연산량의 증가로 처리속도가 느려질 수 있지만 이동 객체의 움직임 영역은 추적단계에서 대상물을 오류없이 정확하게 추적하는데 있어 가장 중요한 정보이기 때문에 본 시스템에서는 다소 계산량은 많지만 잡음 영역을 제거하고 움직임 영역만 추출하는데 많은 가중치를 준다. 이동 영상이 천천히 움직인다는 가정아래 초당 1 프레임 영상만 입력받아 처리하므로 시스템 작동에는 영향을 주지 않는다. 라벨링 과정을 통해 잡음영역을 제거한 이진 차영상은 투영기법을 이용하여 배경과 움직임 영역을 분리하고 이동 영상의 움직임 영역만을 추출한다. 즉, 투영기법은 영

상값을 각각 X방향과 Y방향으로 투영시킨 후, 각 방향의 분포에 대해 임계화를 통해서 움직임 영역을 추출하는 방법이다. 최소 사각형은 식 (6)으로 구할 수 있다.

$$\begin{cases} N_h = \{c \mid \min_c \leq c \leq \max_c\} \\ N_v = \{r \mid \min_r \leq r \leq \max_r\} \\ N_A = \{(r, c) \mid \min_c \leq c \leq \max_c \text{ and } \min_r \leq r \leq \max_r\} \end{cases} \quad (6)$$

여기서 c 와 r 은 수평 및 수직 투영 프로필의 크기를 나타내고 \min_c , \max_c 와 \min_r , \max_r 는 수평 및 수직 투영 프로필의 최소값과 최대값이다. 라벨링 후에 이진 차영상은 움직임 영역만 남으므로 식 (6)에서 그림 5와 같은 움직임 영역을 포함하는 최소 사각형을 구할 수 있다.

여기서 $x_1 = \min_c$, $x_2 = \max_c$, $y_1 = \min_r$, $y_2 = \max_r$ 이 된다.

이 극점들은 배경에 나타난 잡음을 제거하기 위해 수행한 필터링 시에 움직임 영역을 확장한 투영분포에서 구해진 값들이다. 따라서 2회의 확장필터를 감안하여 식 (7)과 같은 정확한 영역포함 최소 사각형을 구한다.

$$\begin{aligned} x_1 &= \min_c + 2, & x_2 &= \max_c - 2, \\ y_1 &= \min_r + 2, & y_2 &= \max_r - 2 \end{aligned} \quad (7)$$

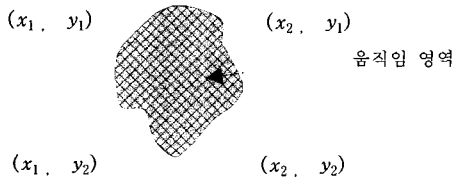


그림 5. 분할된 영역에서 최소 사각형

Fig 5. The Smallest areas in the separated areas

최소 사각형으로부터 움직임 영역의 중심점을 설정하여야 한다. 여기서의 중심점은 식 (8)에 의해 구해지는데 앞으로 입력될 영상 프레임에서 이동 객체의 움직임을 추정하고, 나아가 위험물로부터의 충돌을 미연에 방지하는 중요한 요소가 된다.

$$(x', y') = \left\{ \frac{\sum_{x_1}^{x_2} \sum_{y_1}^{y_2} P_x}{\sum_{x_1}^{x_2} \sum_{y_1}^{y_2} dl_x(x, y)}, \frac{\sum_{x_1}^{x_2} \sum_{y_1}^{y_2} P_y}{\sum_{x_1}^{x_2} \sum_{y_1}^{y_2} dl_x(x, y)} \right\} \quad (8)$$

$$\begin{cases} P_x = x, P_y = y & \text{if } dl(x, y) = 1 \\ P_x = 0, P_y = 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

III. 이동 객체(영상)의 추적단계

위험이 되는 대상을 탐지한 후에 움직임 영역을 찾는

후에 검출하고, 다음으로 추적단계로 넘어간다. 모든 추적단계에서는 다시 추적모드과 탐지모드로 구분하여 똑같은 기회가 주어진다. 탐지모드는 추적모드가 결정이 아니 않으면 탐지모드로 들어가게 된다. 객체의 특징은 다음 객체가 다시 나타날 때까지 그 위치를 예상하기 위해 사용된다. 일반적으로 영상은 대상을 장시간 추적할 때 많은 예상하지 못한 현상들이 포함된다. 이러한 문제를 보다더 쉽게 해결할 수 있는 방안을 제시한다. 일반적으로 대상물의 그레이 레벨은 짧은 시간대에 같게 되거나 조금 변할 것이다. 검출단계의 대상물의 특징에 의해 우리는 추적창안이 대상영역의 가장 중요한 정보를 담고 있다고 확신한다. 대차 상관 값의 결과에 의해서 탐지 모드인지 보통의 추적모드인지를 결정하게 된다. 대상물의 추적 시스템의 순서도는 그림 6에 있다. 단 대상이 그렇게 빨리 움직이지 않는다는 가정 하에 현재 대상영역의 사각의 중심은 아마 같은 크기의 이전의 하나 또는 두개의 사각형으로 둘러싸여진 영역 안에 위치하고 있을 것이다. 현재의 추적창의 중심을 이전 프레임의 추적창안에 옮기고 각각의 움직임에 대해 상관 값은 그레이 레벨의 절대적인 차이가 미리 정해진 임계값보다 더 적은 픽셀의 수를 계산함으로써 구할 수 있다. 만약 가장 큰 개수가 임계값보다 더 크다면 다시 이전 것과 같은 크기로 그려진다. 이전 프레임의 추적창안에 현재 추적창의 중심을 옮기고 각각의 이동마다 상호작용은 그레이 레벨의 절대적인 차이가 지정된 임계 값보다 작으면 계산되어진다.

만약에 임계 값보다 큰 값이라면 현재 추적 창과 같아질 것이다. 자세한 내용의 알고리즘은 <표 1>에 표현되어져 있다. 여기서 lower_half는 입력영상의 픽셀의 반으로 그레이 레벨의 이하로 정의되어지고 $g(x, y)$ 는 이전 프레임 안에 있는 픽셀의 그레이 레벨이다. $h(x, y)$ 는 현재 프레임 안에 있는 픽셀의 그레이 레벨이고, (x_0, y_0) 는 이전 추적창의 중심을 나타낸다. 그리고, $2w+1$ 는 추적창의 넓이이고, $2h+1$ 는 추적창의 높이이다.

그림 7에서의 회색영역은 현재 추적창의 중심 값의 탐색 영역을 표시한다. 가장 큰 오차 값을 찾은 후 현재 추적 창을 결정한다. 크로스바와 직사각형은 현재 추적창의 중심 값을 나타내고 있다.

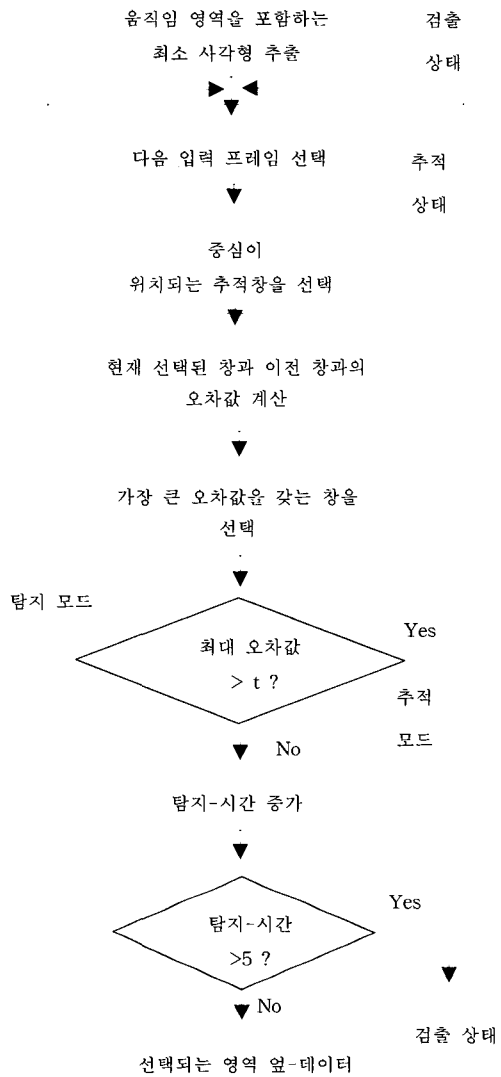


그림 6. 추적시스템의 순서도

Fig 6. Flow chart of tracking system



그림 7. 중심 값 탐색
Fig 7. Center value on search

표 1. 대차 상관 알고리즘

Table 1. algorithm of the contrast-difference correlation

```

알고리즘 :
maxv ← 0
for i = -w to w do
  for j = -h to h do
    currentx ← i+x0
    currenty ← j+y0
    num ← 0
    for m = -w to w do
      for n = -h to h do
        if h(currentx + m, currenty + n)
           > lower_half
           if |h(currentx + m, currenty + n) - g(x0
              + m, y0 +n)| < 4
              num = num + 1
            end if
          end if
        end do
      end do
      if maxv < num
        maxv ← num
        realx ← currentx
        realy ← currenty
      end if
    end do
  end do
  output (realx, realy) as the current centroid
End of algorithm
  
```

IV. 실험 및 결과

본 실험에서는 PC 카메라를 사용하여 처리속도의 신속성과 계산량을 줄이면서도 물체를 검출함에 무리가 없도록 하기 위하여 영상의 사이즈는 176(H)×144(V)로 설정하였다. 컴퓨터는 윈도우즈 2000 서버의 환경에 CPU는 펜티엄 III 800MHz를 사용하였고 시뮬레이션은 Visual C++ 6.0을 사용하여 프로그래밍 하였다. 해상도는 256의 컬러영상을 사용하였고 실제 산업현장에서 이동객체는 천천히 움직인다는 가정아래 초당 1 프레임씩 취득하여 영상 시퀀스를 구성하였다.

시뮬레이션 방법은 보행 중인 사람을 대상으로 충돌방지를 위해 움직임을 탐지하고, 움직임을 감지되면 이동 물체의 움직임 영역을 분리하여 추적하였다. 움직임 감지는 임계값 60을 적용한 이진 차영상을 획득하여 화소 값이 1인 픽셀 수가 650개 이상이면 이동 물체가 있는 것으로 간주하고, 이진 차영상을 얻는다. 임계값을 적게 잡은 이유는 물체의 움직임 영역을 정확히 추출하기

위해서 이고 이로 인해 생기는 잡음은 2회의 확장 필터와 라벨링을 통하여 효과적으로 제거하였다. 잡음이 완전히 제거된 이진영상에 투영기법을 사용하여 배경으로부터 움직임 영역만을 포함하는 최소 사각형을 정확히 분리할 수 있었다.

이렇게 분리된 최소 사각형의 중심점과 극점을 이용하여 시스템은 추적단계에 들어간다. 추적 단계는 처음 추적모드로 시작된다. 추적모드에서 다음 프레임의 영상을 입력받고 이전 프레임의 최소 사각형과의 오차 값을 계산한다. 이 값이 4보다 작으면 시스템은 탐지모드로 들어가고 탐지-시간을 1 증가시켰다.

탐지-시간이 5보다 클 경우 시스템은 목표물을 잃어버린 것으로 간주하고, 다시 검출단계로 돌아가게 된다. 시스템이 추적단계에서 계속 추적모드로 남아있다면 현재 검출된 이동객체는 위험의 대상이 된다. 따라서 추적 창 내의 영역 값과 이동객체의 최소사각형의 비율을 적용하여 시스템은 위험 상황을 알리고 제동을 가하게 된다. 그림 8은 실제 실시간 영상에서 이동물체를 탐지하고 계속 추적해 나가는 충돌방지 시스템의 시뮬레이션이다.

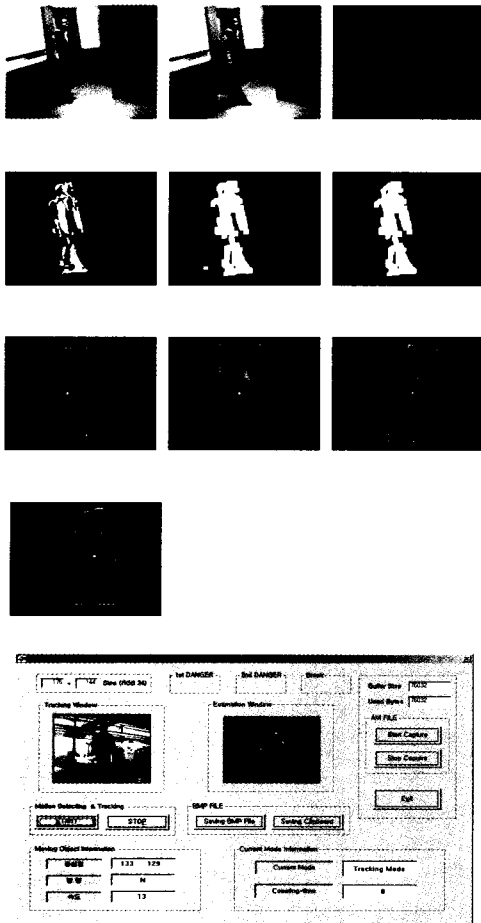


그림 8. 영상 추적 시뮬레이션
Fig 8. Simulation of image tracking

V. 결 론

충돌 방지용으로는 고가 장비인 레이저를 이용하는 방법과 소리가 커서 사용하기가 불편한 초음파를 이용하여 시스템이 있다. 그에 비하여 사용자가 편리하게 영상을 이용할 수 있고, 경제적인 면에서는 장비를 저가형으로 시스템을 구현하도록 PC 카메라를 사용하였다. 그리고, 영상 처리를 위한 알고리즘에서 위험 대상인 사람을 대상으로 하여 추적 창을 검출단계와 추적단계로 나누어서 효율성이 나타나도록 하는 영상 기법의 프로그램을 적용할 수 있도록 하였다. 추적 단계에서 대차 상관 값의 결과에 의해 추적 모드와 탐지 모드가 상관 값에 따라 자유롭게 모드를 선택하도록 하였다. 편리성과 효율성에 대한 상태를 시뮬레이션을 확인해본 결과 아주 잘 나타낼 수 있었다. 향후 위험물 대상을 찾기와 추적을 사람이 접근하기 힘든 곳에서도 사용하기 위한 하드웨어(마이크로프로세서)을 만들면 움직이는 영상의 변화를 거리와 시간을 나타낼 수 있는 저가형 영상 검출 시스템의 구현이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] Daesik Jang and Hyung-Il Choi "Moving object tracking using active models", Image Processing, 1998. ICIP 98. Proceedings.
- [2] Bors A. G, "Prediction and tracking of moving objects in image sequences", Image Processing, IEEE Trans. Vol,9 pp.1441-1445, Aug. 2000.
- [3] Paul L. Rosin, "Thresholding for change detection", Proc. of ICCV '98, pp.274-279, 1998.
- [4] P. Durga and A. Rosenfeld, "Image segmentation by pixel classification in (grey level, edge value) space", IEEE Trans. Comput. 9, 875-879(1978).
- [5] I. Pitas, Digital Image Processing Algorithm, Prentice Hall, 1993.
- [6] Scott E. Umbaugh, "Computer vision and image processing", PTR/PH 1995.
- [7] S. W. Smoliar, H. Zhang, "Video and image processing in multimedia systems, Kluwer Academic, 1995.
- [8] 김희승, "영상인식", 생능 출판사, 1996.
- [9] Rafael C. Gonzalez, "Digital image processing", Addison Wesley 1998.
- [10] "C언어에 의한 화상실무처리", 국제테크노연구소, 1999.



박 영 식 (Young-Sik Park)
正會員
1953년 9월 17일생.
1979년 동아대학교 졸업
1990년 동아대학교 박사

1992년 동의대학교 컴퓨터학과 교수 근무
관심 분야 : 영상처리 및 시스템 제어, 신경회로망